

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06816487    \*\*Image available\*\*

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND DISPLAY DEVICE

PUB. NO.:        2001-043980 [JP 2001043980 A]

PUBLISHED:      February 16, 2001 (20010216)

INVENTOR(s):    HIRANO TAKAYUKI

                 YAMADA JIRO

                 CHIBA YASUHIRO

                 ASANO SHIN

APPLICANT(s):   SONY CORP

APPL. NO.:      11-214458 [JP 99214458]

FILED:           July 29, 1999 (19990729)

INTL CLASS:     H05B-033/26; G09F-009/30; H05B-033/14

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element provided with an effective positive electrode structure on the lower surface side for effectively extracting light from a negative electrode on the upper surface side.

SOLUTION: This organic electroluminescent element comprises a positive electrode A, a negative electrode K and an organic layer 10 retained between them. The organic layer 10 includes an organic luminescent layer 103 for emitting light by the recombination of positive holes fed from the positive electrode A with electrons fed from the negative electrode K. The negative electrode K has a laminated structure of an extremely thin electron injection metal layer 11 and a transparent conductive layer 12, and is basically light-transmissive. The positive electrode A contains a metal belonging to the five or six group of the periodic table in at least a part abutting on the organic layer 10 and is basically light-reflective. The positive electrode metal is selected from chromium, molybdenum, tungsten, tantalum or niobium. The work function of the positive electrode metal is less than 4.8 eV.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-43980

(P2001-43980A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-77-ト\* (参考)

H 0 5 B 33/26

H 0 5 B 33/26

Z 3 K 0 0 7

G 0 9 F 9/30

3 6 5

G 0 9 F 9/30

3 6 5 D 5 C 0 9 4

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-214458

(22) 出願日

平成11年7月29日 (1999.7.29)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 平野 貴之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 山田 二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100092336

弁理士 鈴木 晴敏

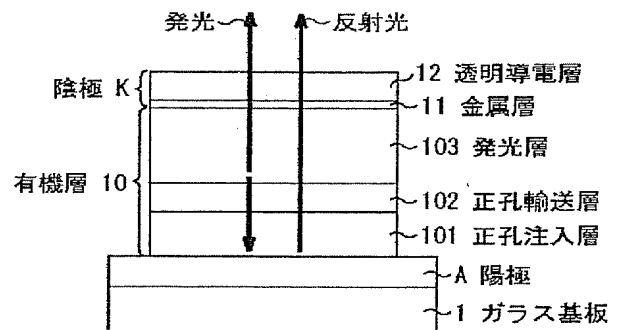
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極構成を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極Aと、陰極Kと、両者の間に保持された有機層10とからなる。有機層10は陽極Aから供給される正孔と陰極Kから供給される電子との再結合によって発光する有機発光層103を含んでいる。陰極Kは極薄の電子注入金属層11と透明導電層12の積層構造であり、基本的に光透過性である。陽極Aは、少なくとも有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含み、基本的に光反射性である。陽極金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。陽極金属の仕事関数が4.8 eV未満である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記陽極は、少なくとも有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択されたことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 前記金属は仕事関数が4.8 eV未満であること特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 前記陽極は反射率が40%以上であることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出されることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 上から順に、前記陰極、前記有機層及び前記陽極が基板に対して積層されていることを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 画素を選択するための走査線と、画素を駆動するための輝度情報を与えるデータ線とがマトリクス状に配設され、

各画素は、供給される電流量に応じて発光する有機エレクトロルミネッセンス素子と、走査線によって制御され且つデータ線から与えられた輝度情報を画素に書き込む機能を有する第一の能動素子と、該書き込まれた輝度情報に応じて該有機エレクトロルミネッセンス素子に供給する電流量を制御する機能を有する第二の能動素子とを含み、

各画素への輝度情報の書き込みは、走査線が選択された状態で、データ線に輝度情報に応じた電気信号を印加することによって行われ、

各画素に書き込まれた輝度情報は走査線が非選択となった後も各画素に保持され、各画素の有機エレクトロルミネッセンス素子は保持された輝度情報に応じた輝度で発光を維持可能な表示装置において、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでおり、

前記陽極は、少なくとも該有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とす

る表示装置。

【請求項8】 前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択されたことを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項9】 前記金属は仕事関数が4.8 eV未満であること特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項10】 前記陽極は反射率が40%以上であることを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項11】 前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出されることを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項12】 各画素は基板の上に集積形成されており、各画素に含まれる有機エレクトロルミネッセンス素子は該基板に対して上から順に、陰極、有機層及び陽極を積層したものであることを特徴とする請求項11記載の表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光を素子の陰極側で取り出すことができる有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】電界発光を利用したエレクトロルミネッセンス素子（以下、EL素子と略記する。）は、自己発光のため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため、耐衝撃性に優れるなどの特徴を有することから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。

【0003】EL素子には、発光材料として無機化合物を用いる無機EL素子と、有機化合物を用いる有機EL素子とがある。このうち、有機EL素子は、駆動電圧を大幅に低くした小型化が容易であるため、次世代の表示素子としてその実用化研究が積極的になされている。有機EL素子の構成は、陽極／発光層／陰極の積層を基本とし、ガラス板等を用いた基板上に、透明陽極を形成する構成が通常採用されている。この場合、発光は基板側に取り出される。

【0004】ところで、近年以下の理由で、陰極を透明にして発光を陰極側から取り出す試みがなされている。まず、陰極と共に陽極も透明にすれば、全体として透明な発光素子ができる。透明な発光素子の背景色として任意な色が採用でき、発光時以外もカラフルなディスプレイとすることが可能となり、装飾性が改良される。背景色として黒を採用した場合には、発光時のコントラストが向上する。次に、カラーフィルタや色変換層を用いる場合は、発光素子の上にこれらを置くことができる。このため、これらの層を考慮することなく素子を製造することができる。その利点として、例えば、陽極を形成させる際に基板温度を高くすることができ、これにより陽極の抵抗値を下げるができる。

【0005】陰極を透明にすることにより、上記のような利点が得られるため、透明陰極を用いた有機EL素子を作成する試みがなされている。例えば、特開平10-162959号公報に開示された有機EL素子は、陽極と陰極との間に有機発光層を含む有機層が介在しており、陰極は電子注入金属層と非晶質透明導電層とによって構成されており、しかも電子注入金属層が有機層と接するという構成で成り立っている。本発明の背景を明らかにする為、以下に、これらの構成について簡潔に説明する。

【0006】まず、有機EL素子において陰極を構成する非晶質透明導電層について説明する。この非晶質透明導電層は、非晶質であって透明性を有するものであればよいが、電圧降下とそれに起因する発光の不均一性の排除のため、比抵抗値が $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることが好ましい。また、材質としては、 $\text{In-Zn-O}$ 系の酸化物膜が好ましい。ここで、 $\text{In-Zn-O}$ 系の酸化物膜とは、主要カチオン元素としてインジウム（ $\text{In}$ ）及び亜鉛（ $\text{Zn}$ ）を含有する非晶質酸化物からなる透明導電膜である。

【0007】次に、電子注入金属層について説明する。電子注入金属層とは、発光層を含む有機層に良好に電子注入ができる金属の層であり、透明発光素子を得るためには、光線透過率が50%以上であることが好ましく、このためには膜厚を0.5~20nm程度の超薄膜とすることが望ましい。電子注入金属層としては、仕事関数が3.8eV以下の金属（電子注入性の金属）、例えば、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Ba}$ 、 $\text{Sr}$ 、 $\text{Li}$ 、 $\text{Yb}$ 、 $\text{Eu}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Sc}$ などを用いて膜厚を1nm~20nmとした層を挙げることができる。この場合において、50%以上、特に60%以上の光線透過率を与える構成が好ましい。

【0008】陽極と陰極との間に介在する有機層は、少なくとも発光層を含む。有機層は、発光層のみからなる層であってもよく、また、発光層とともに、正孔注入輸送層などを積層した多層構造のものであってもよい。有機EL素子において、有機層は（1）電界印加時に、陽極又は正孔輸送層により正孔を注入することができ、かつ電子注入層より電子を注入することができる機能、

（2）注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる輸送機能、（3）電子と正孔の再結合の場を発光層内部に提供し、これを発光につなげる発光機能などを有している。正孔注入輸送層は、正孔伝達化合物からなる層であって、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入輸送層を陽極と発光層との間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入される。その上、電子注入層より発光層に注入された電子は、発光層と正孔注入輸送層の界面に存在する電子の障壁により、この発光層内の界面近くに蓄積されてEL素子の発光効率を向上させ、発光性能の優れたEL素子とする。

【0009】陽極は、仕事関数が4.8eV以上の導電性を示すものであれば特に制限はない。仕事関数が4.8eV以上の金属又は透明導電膜（導電性酸化物膜）又はこれらを組み合わせたものが好ましい。陽極は、必ずしも透明である必要はなく、黒色のカーボン層等をコーティングしてもよい。好適な金属としては、例えば、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Pd}$ を挙げることができ、導電性酸化物としては、例えば、 $\text{In-Zn-O}$ 、 $\text{In-Sn-O}$ 、 $\text{ZnO-Al}$ 、 $\text{Zn-Sn-O}$ を挙げることができる。また、積層体としては、例えば、 $\text{Au}$ と $\text{In-Zn-O}$ の積層体、 $\text{Pt}$ と $\text{In-Zn-O}$ の積層体、 $\text{In-Sn-O}$ と $\text{Pt}$ の積層体を挙げることができる。また、陽極は、有機層との界面が仕事関数4.8eV以上であれば良いため、陽極を二層とし、有機層と接しない側に仕事関数4.8eV以下の導電性膜を用いてもよい。この場合、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{W}$ 等の金属や $\text{Al}$ 合金、 $\text{Ta-W}$ 合金等の合金を用いることができる。また、ドーパされたポリアニリンやドーパされたポリフェニレンビニレン等の導電性高分子や、 $\alpha\text{-Si}$ 、 $\alpha\text{-SiC}$ 、 $\alpha\text{-C}$ などの非晶質半導体、 $\mu\text{C-Si}$ 、 $\mu\text{C-SiC}$ 等の微結晶なども用いることができる。更には、黒色の半導体性の酸化物である $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Pr}_2\text{O}_5$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MnO}_2$ 等を用いることができる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、特開平10-162959号公報には、陰極を極薄の電子注入金属層と非晶質透明導電層で形成することにより、陰極側から光を取り出す技術が開示されている。しかながら、陽極に対する改善は行われていない。すなわち、上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極についての記述はない。単に、陽極には仕事関数4.8eV以上の導電性を示す金属または透明導電膜、あるいはその組み合わせを用いることが可能であると記されている。好適な金属として、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Pd}$ が上げられている。しかしながら、これらの金属は有機層との密着性が良好とはいえず、ダークスポット（非発光点）や不均一な発光を発生しやすい。さらには、これらの金属の微細加工技術は確立されておらず、高精細パターニングは困難である。

#### 【0011】

【課題を解決する為の手段】上述した従来の技術の課題に鑑み、本発明は上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極構成を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的とする。かかる目的を達成するために以下の手段を講じた。即ち、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記陽極は、少なくとも有機層に接する部分

に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とする。好ましくは、前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、前記金属は仕事関数が4.8 eV未満である。又、前記陽極は反射率が40%以上である。前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出される。好ましくは、上から順に、前記陰極、前記有機層及び前記陽極が基板に対して積層されている。

【0012】本発明は、上述した有機エレクトロルミネッセンス素子を画素に利用した表示装置も包含している。即ち、本発明にかかる表示装置は、基本的に、画素を選択するための走査線と、画素を駆動するための輝度情報を与えるデータ線とがマトリクス状に配設され、各画素は、供給される電流量に応じて発光する有機エレクトロルミネッセンス素子と、走査線によって制御され且つデータ線から与えられた輝度情報を画素に書き込む機能を有する第一の能動素子と、該書き込まれた輝度情報に応じて該有機エレクトロルミネッセンス素子に供給する電流量を制御する機能を有する第二の能動素子とを含み、各画素への輝度情報の書き込みは、走査線が選択された状態で、データ線に輝度情報に応じた電気信号を印加することによって行われ、各画素に書き込まれた輝度情報は走査線が非選択となった後も各画素に保持され、各画素の有機エレクトロルミネッセンス素子は保持された輝度情報に応じた輝度で発光を維持可能である。前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる。特徴事項として、前記陽極は、少なくとも該有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含む。好ましくは、前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、前記金属は仕事関数が4.8 eV未満である。又、前記陽極は反射率が40%以上である。前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出される。各画素は基板の上に集積形成されており、各画素に含まれる有機エレクトロルミネッセンス素子は該基板に対して上から順に、陰極、有機層及び陽極を積層したものである。

【0013】本発明によれば、有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極は、周期律表の5族または6族に属する金属からなる。これらの金属には、クロムや、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブ等の高融点金属が含まれる。これらの金属は仕事関数が4.8 eV未満であり、例えばクロムは4.5 eV、タングステンは4.6 eVとなっている。又、反射率は40%以上である。従来、陽極としては正孔を供給する必要性から仕事関数が4.8 eV以上と高目の金属(Au、Pt、N

i、Pd等)が用いられてきた。本発明は、これに代えて仕事関数が低めの5族または6族に属する金属(Cr、Mo、W、Ta、Nb等)を用いている。5族または6族に属する金属であっても、十分に正孔を供給できることが確認できた。寧ろ、クロム(Cr)等は、金(Au)等と比べて、欠陥が少なく加工性も優れており、有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極材料として総合的に優れている。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明にかかる有機エレクトロルミネッセンス素子の基本的な構成を示す断面図である。図示するように、本有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極Aと、陰極Kと、両者の間に保持された有機層10とからなる。有機層10は陽極Aから供給される正孔と陰極Kから供給される電子との再結合によって発光する有機発光層103を含んでいる。更に、正孔注入層101と正孔輸送層102を含んでいる。陰極Kは極薄の電子注入金属層11と透明導電層12の積層構造である。特徴事項として、陽極Aは、少なくとも有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含む。好ましくは、陽極金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、陽極金属は仕事関数が4.8 eV未満である。例えばクロムは4.5 eV、タングステンは4.6 eVとなっている。これらの金属からなる陽極Aは反射率が40%以上である。即ち、陽極Aは光反射性であり、陰極Kは光透過性であり、発光が主として陰極K側から放出される。上から順に、陰極K、有機層10及び陽極Aが基板1に対して積層されている。尚、陽極Aは、単層純金属の他、積層若しくは合金であっても良い。基本的に、有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含んでいれば良い。陽極Aは、金属又は合金、或いはこれらの積層体である。

【0015】例えば、ガラス基板1上に陽極Aとしてクロムを膜厚200 nmで成膜し、その反射率を測定したところ、波長460 nmで67%であった。また、陰極Kとして、Mg:Agの合金からなる極薄の電子注入金属層11を膜厚10 nmで形成し、更に重ねて透明導電層12を200 nm成膜した。波長460 nmでこの積層陰極Kの透過率を測定したところ、53%であった。これらの陽極A及び陰極Kを用いて図示のように形成された有機EL素子の陽極-陰極間に8 Vの電圧を印加したところ、20 mA/cm<sup>2</sup>の電流が観測され、陰極K側から900 cd/m<sup>2</sup>の発光輝度が観測された。陽極A方向に向かった発光の相当量が反射されて逆進し、陰極K側から放射する。良好なキャリア注入特性および発光特性を確認することができた。また、発光面にダークスポットは見られなかった。

【0016】比較例として、図2に示す有機EL素子を

作成した。基本的には図1に示した構造と同様であり、対応する部分には対応する参照番号を付してある。異なる点は、陽極Aを透明導電膜のITOとして有機EL素子を作製した。このように作製した有機EL素子の陽極-陰極間に8Vの電圧を印加したところ23mA/cm<sup>2</sup>の電流が観測されたが、陰極K側からの発光輝度は250cd/m<sup>2</sup>と図1の有機EL素子に比べると小さいものであった。陽極A方向に伝搬した発光がほとんど反射せずにガラス基板1側に放出されたことを示している。以上の比較結果から明らかな様に、本発明により製造された有機EL素子は、有機発光層103で発生した発光を上面から効率的に取り出すことができるので、良好な上面発光を得ることが可能である。

【0017】以下、図3乃至図6を参照して本発明に係る有機EL素子の製造方法を詳細に説明する。本実施例では、金属からなる陽極としてクロムを用いた。クロムの仕事関数は、4.5eVである。図3に示す様に、ガラス基板1上に、クロム(Cr)を膜厚200nmでDCスパッタリングにより成膜する。スパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いて、圧力を0.2Pa、DC出力を300Wとした。通常のリソグラフィ技術を用いて、所定の形状にパターニングする。エッチング液としてETCH-1(三洋化成工業(株)製)を用いて、加工する。所定の形状の陽極Aが得られる。クロムは前記エッチング液により高精度かつ再現性よく加工できる。さらに、加工精度が要求される場合は、ドライエッチングによる加工も可能である。エッチングガスとしては、塩素(Cl<sub>2</sub>)と酸素(O<sub>2</sub>)の混合ガスを用いることができる。特に、リアクティブイオンエッチング(RIE)を用いれば、高精度な加工ができ、かつエッチング面の形状の制御が可能である。所定の条件でエッチングすれば、テーパ状の加工が可能で、陰極-陽極間ショートを低減できる。

【0018】次に、図4に示す様に、クロムが所定のパターンに加工された基板1上に絶縁層15を成膜する。絶縁層15に用いる材料は特に限定はないが、本実施例では二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)を用いている。SiO<sub>2</sub>はスパッタリングにより膜厚200nmに形成する。成膜方法に、特に限定はない。通常のリソグラフィ技術を用いて、クロム上に開口を設ける様にSiO<sub>2</sub>を加工する。SiO<sub>2</sub>のエッチングには、フッ酸とフッ化アンモニウムの混合液を使うことができる。また、ドライエッチングによる加工も可能である。前記開口部が、有機EL素子の発光部分となる。尚、前記絶縁層15は本発明に必要な不可欠なものではないが、陽極-陰極間ショートを防ぐためには設置することが望ましい。

【0019】続いて図5に示す様に、クロムとSiO<sub>2</sub>が形成されたガラス基板1を、真空蒸着装置に入れ、有機層10および陰極Kの金属層11を蒸着により形成する。ここで有機層10は、正孔注入層101として4、

4', 4"-トリリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(MTDATA)、正孔輸送層102としてビス(N-ナフチル)-N-フェニルベンジジン(α-NPD)、発光層103として8-キノリノールアルミニウム錯体(Alq)を用いた。陰極Kの金属層11には、マグネシウムと銀の合金(Mg:Ag)を用いた。有機層10に属する各材料は、それぞれ0.2gを抵抗加熱用のボートに充填して真空蒸着装置の所定の電極に取り付ける。金属層11のマグネシウムは0.1g、銀は0.4gをボートに充填して、真空蒸着装置の所定の電極に取り付ける。真空チャンバを、1.0x10<sup>-4</sup>Paまで減圧した後、各ボートに電圧を印加し、順次加熱して蒸着させる。蒸着には、金属マスクを用いることにより所定の部分のみ有機層10およびMg:Agからなる金属層11を蒸着させた。所定の部分とは、基板1上で、クロムが露出している部分である。クロムの露出している部分だけに高精度に蒸着することは困難であるので、クロムの露出している部分全体を覆うように(絶縁層15の縁にかかるように)蒸着マスクを設計した。まず、正孔注入層101としてMTDATAを30nm、正孔輸送層102としてα-NPDを20nm、発光層103としてAlqを50nm蒸着した。さらに、マグネシウムおよび銀の共蒸着を行なうことにより、有機層10上に陰極Kの金属層11としてMg:Agを成膜する。マグネシウムと銀は、成膜速度の比を9:1としている。Mg:Agの膜厚を10nmとした。

【0020】最後に、図6に示す様に、別の真空チャンバに移し、同じマスクを通して透明導電層12を成膜する。成膜にはDCスパッタリングを用いる。本実施例では、透明導電層12として室温成膜で良好な導電性を示すIn-Zn-O系の透明導電膜を用いる。成膜条件は、スパッタガスとしてアルゴンと酸素の混合ガス(体積比Ar:O<sub>2</sub>=1000:5)、圧力0.3Pa、DC出力40Wとした。膜厚200nmで成膜した。

【0021】陽極Aの材料としては、クロムの他、タングステンを用いても良い。この場合には、ガラス基板1上に、タングステン(W)を膜厚200nmでDCスパッタリングにより成膜する。スパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いて、圧力を0.2Pa、DC出力を300Wとした。続いてドライエッチングによりパターニング加工した。エッチングガスとしては、CF<sub>4</sub>またはSF<sub>6</sub>を用いることができる。特に、リアクティブイオンエッチング(RIE)を用いれば、高精度な加工ができ、かつエッチング面の形状の制御が可能である。所定の条件でエッチングすれば、テーパ状の加工が可能で、陰極-陽極間ショートを低減できる。この後の工程は、クロムの場合と同じである。

【0022】次に、図7乃至図10を参照して有機EL素子の外観特性を説明する。図7は、陽極Aとしてクロ

ム (Cr) を用いた実施例の発光面を撮像したものである。発光面は 2mm 角であり、わずかにダークスポット (非発光点) が認められる。図 8 は、陽極 A としてタンゲステン (W) を用いた場合の発光面を撮像したものである。同じく、わずかにダークスポット (非発光点) が認められる。図 9 は、陽極 A として ITO を用いた参考例の発光面を撮像したものであり、相当のダークスポット (非発光点) が認められる。図 10 は、陽極 A として金 (Au) を用いた参考例の発光面を撮像したものであり、大量のダークスポット (非発光点) が認められる。これは、金と有機層の密着性が悪いためである。

【0023】最後に、本発明に係る有機 EL 素子を画素に用いた表示装置を説明する。一般に、アクティブマトリクス型の表示装置では、多数の画素をマトリクス状に並べ、与えられた輝度情報に応じて画素毎に光強度を制御することによって画像を表示する。電気光学物質として液晶を用いた場合には、各画素に書き込まれる電圧に応じて画素の透過率が変化する。電気光学物質として有機エレクトロルミネッセンス材料を用いたアクティブマトリクス型の表示装置でも、基本的な動作は液晶を用いた場合と同様である。しかし液晶ディスプレイと異なり、有機 EL ディスプレイは各画素に発光素子を有する自発光型であり、液晶ディスプレイに比べて画像の視認性が高い、バックライトが不要、応答速度が速い等の利点を有する。個々の発光素子の輝度は電流量によって制御される。即ち、発光素子が電流駆動型或いは電流制御型であるという点で液晶ディスプレイ等とは大きく異なる。

【0024】液晶ディスプレイと同様、有機 EL ディスプレイもその駆動方式として単純マトリクス方式とアクティブマトリクス方式とが可能である。前者は構造が単純であるものの大型且つ高精細のディスプレイの実現が困難であるため、アクティブマトリクス方式の開発が盛んに行われている。アクティブマトリクス方式は、各画素に設けた有機 EL 素子に流れる電流を画素内部に設けた能動素子 (一般には、絶縁ゲート型電界効果トランジスタの一種である薄膜トランジスタ、以下 TFT と呼ぶ場合がある) によって制御する。このアクティブマトリクス方式の有機 EL ディスプレイにつき、一画素分の等価回路を図 11 に示す。画素 PXL は有機 EL 素子 OLED、第一の能動素子としての薄膜トランジスタ TFT1、第二の能動素子としての薄膜トランジスタ TFT2 及び保持容量 Cs からなる。有機 EL 素子は多くの場合整流性があるため、OLED (有機発光ダイオード) と呼ばれることがあり、図ではダイオードの記号を用いている。図示の例では、TFT2 のソース S を基準電位

(接地電位) とし、OLED の陰極 K は Vdd (電源電位) に接続される一方、陽極 A は TFT2 のドレイン D に接続されている。一方、TFT1 のゲート G は走査線 X に接続され、ソース S はデータ線 Y に接続され、ドレ

イン D は保持容量 Cs 及び TFT2 のゲート G に接続されている。

【0025】PXL を動作させるために、まず、走査線 X を選択状態とし、データ線 Y に輝度情報を表すデータ電位 Vdata を印加すると、TFT1 が導通し、保持容量 Cs が充電又は放電され、TFT2 のゲート電位はデータ電位 Vdata に一致する。走査線 X を非選択状態とすると、TFT1 がオフになり、TFT2 は電氣的にデータ線 Y から切り離されるが、TFT2 のゲート電位は保持容量 Cs によって安定に保持される。TFT2 を介して有機 EL 素子 OLED に流れる電流は、TFT2 のゲート/ソース間電圧 Vgs に応じた値となり、OLED は TFT2 から供給される電流量に応じた輝度で発光し続ける。

【0026】上述したように、図 11 に示した画素 PXL の回路構成では、一度 Vdata の書き込みを行えば、次に書き換えられるまで一フレームの間、OLED は一定の輝度で発光を継続する。このような画素 PXL を図 12 のようにマトリクス状に多数配列すると、アクティブマトリクス型表示装置を構成することができる。図 12 に示すように、本表示装置は、画素 PXL を選択するための走査線 X1 乃至 XN と、画素 PXL を駆動するための輝度情報 (データ電位 Vdata) を与えるデータ線 Y とがマトリクス状に配設されている。走査線 X1 乃至 XN は走査線駆動回路 21 に接続される一方、データ線 Y はデータ線駆動回路 22 に接続される。走査線駆動回路 21 によって走査線 X1 乃至 XN を順次選択しながら、データ線駆動回路 22 によってデータ線 Y から Vdata の書き込みを繰り返すことにより、所望の画像を表示することができる。単純マトリクス型の表示装置では、各画素 PXL に含まれる発光素子は、選択された瞬間にのみ発光するのに対し、図 12 に示したアクティブマトリクス型表示装置では、書き込み終了後も各画素 PXL の有機 EL 素子が発光を継続するため、単純マトリクス型に比べ有機 EL 素子のピーク輝度 (ピーク電流) を下げられるなどの点で、とりわけ大型高精細のディスプレイでは有利となる。

【0027】図 13 は、図 11 に示した画素 PXL の断面構造を模式的に表している。但し、図示を容易にするため、OLED と TFT2 のみを表している。OLED は、陽極 A、有機層 10 及び陰極 K を順に重ねたものである。陽極 A は画素毎に分離しており、本発明に従って、例えばクロムからなり、基本的に光反射性である。陰極 K は画素間で共通接続されており、例えば、金属層 11 と透明導電層 12 の積層構造であり、基本的に光透過性である。かかる構成を有する OLED の陽極 A/陰極 K 間に順方向の電圧 (10V 程度) を印加すると、電子や正孔等キャリアの注入が起こり、発光が観測される。OLED の動作は、陽極 A から注入された正孔と陰極 K から注入された電子により形成された励起子による

発光と考えられる。

【0028】一方、TFT2はガラス等からなる基板1の上に形成されたゲート電極2と、その上面に重ねられたゲート絶縁膜3と、このゲート絶縁膜3を介してゲート電極2の上方に重ねられた半導体薄膜4とからなる。この半導体薄膜4は例えば多結晶シリコン薄膜からなる。TFT2はOLEDに供給される電流の通路となるソースS、チャネルCh及びドレインDを備えている。チャネルChは丁度ゲート電極2の直上に位置する。このボトムゲート構造のTFT2は層間絶縁膜5により被覆されており、その上にはソース電極6及びドレイン電極7が形成されている。これらの上には別の層間絶縁膜9を介して前述したOLEDが成膜されている。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、陰極である上部電極側から、発光層で発生した光を効率的に取り出すことができる。陽極に透明導電膜よりも反射率の高い金属を使うことで、陽極側に伝達した光を反射させて上部電極側より取り出す。又、本発明では、良好な発光効率を得られる。陽極に透明導電膜（例えばITO）を用いた場合と略同等の正孔注入効率がある。更に、発光時に見られるダークスポット（非発光点）の発生が少ない。加えて、陽極のパターニングを高精度に行うことが可能である。高精細ディスプレイを容易に製造することが可能である。更に、構造およびプロセスが単純である。従来のように陽極をITOとした場合、その下に金属などの反射層を入れることもできるが、本発明より構造およびプロセスが複雑になる。又、光を上面電極側から効率的に取り出すことが可能であるので、例えばTFTが形成されたガラス基板上に開口率の高い有機EL素子を作製することができる。下部電極から光を取り出す場合、TFTは光を通さないで、開口率は数%しか得ることができない。したがって、本発明により有機E

L素子を用いて高性能なアクティブマトリクス方式のディスプレイを作製することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる有機EL素子の基本的な構成を示す断面図である。

【図2】参考例にかかる有機EL素子の構成を示す断面図である。

【図3】本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

10 【図4】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図5】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図6】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図7】有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図8】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

20 【図9】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図10】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図11】本発明に係る表示装置の一面素分を示す等価回路図である。

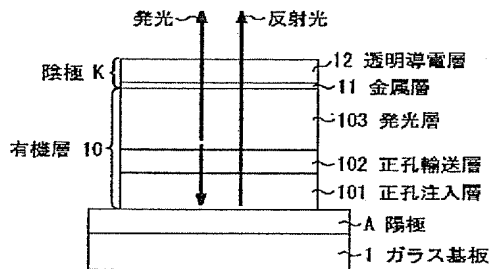
【図12】本発明に係る表示装置の全体構成を示すブロック図である。

【図13】本発明に係る表示装置の構造を示す断面図である。

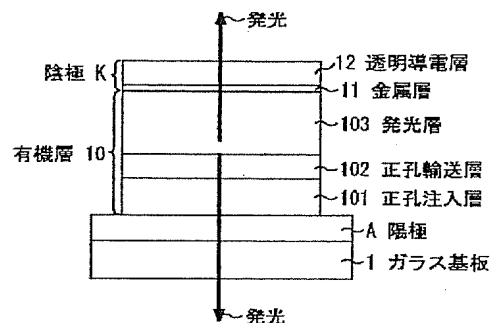
30 【符号の説明】

1・・・ガラス基板、10・・・有機層、11・・・金属層、12・・・透明導電層、15・・・絶縁層、103・・・発光層、A・・・陽極、K・・・陰極

【図1】

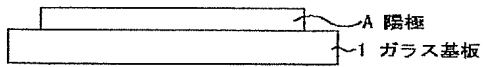


【図2】

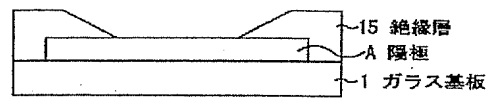




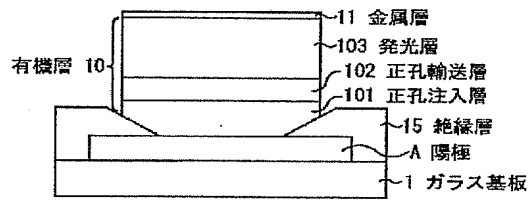
【図3】



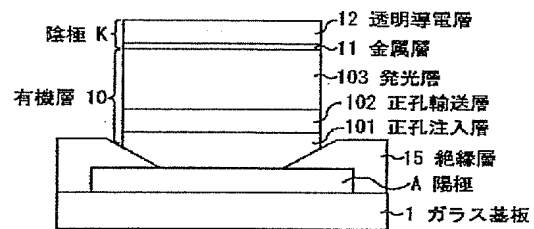
【図4】



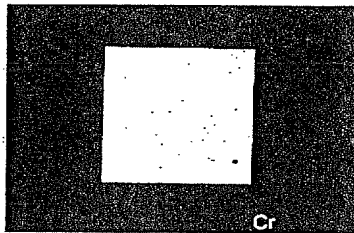
【図5】



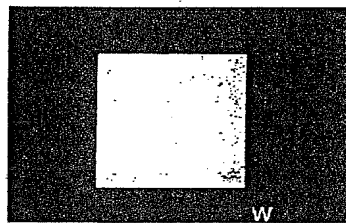
【図6】



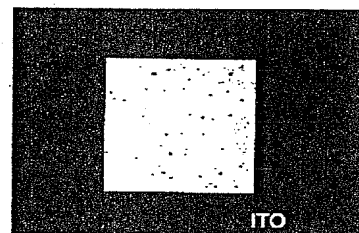
【図7】



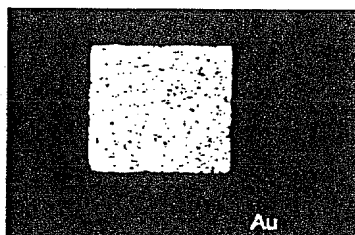
【図8】



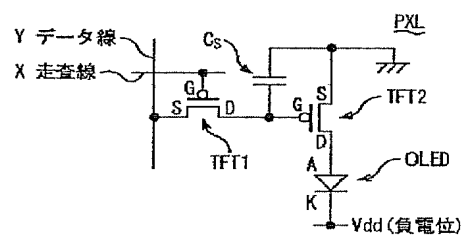
【図9】



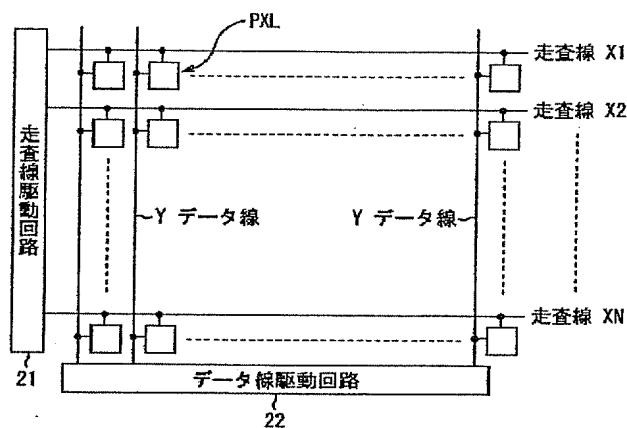
【図10】



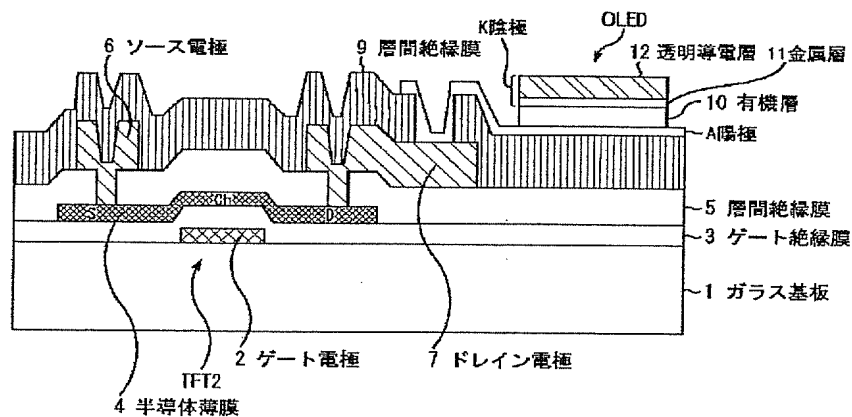
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72) 発明者 千葉 安浩  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 浅野 慎  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内

F ターム (参考) 3K007 AB03 AB18 BA06 CA01 CB01  
DA00 DB03 EB00 FA01 GA00  
5C094 AA05 AA14 AA43 AA60 BA03  
BA27 CA19 DA09 EA05 EB02  
FB01